Der Streit

über

die Entstehung des Basaltes.

Von

A. von Lasaulx.

Berlin, 1869.

C. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.
A. Charisius.

Digitized by Google

Das Recht der Ueberſetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

Digitized by Google

Alle Versuche, die Problemen der Natur zu lösen, sind nur Conflikte der Denkkraft mit dem Anschauen. Goethe.

So sehr gerade die Naturwissenschaften der Grundlage der Beobachtung und der unmittelbaren Anschauung bedürfen, so wenig waren die Anfänge dieser Wissenschaften auf solchen Fundamenten angelegt. Auch die Geologie des vorchristlichen Alterthumes war arm an Resultaten richtiger Forschung, um so reicher an Gebilden kühner, unbeschränkter Einbildungskraft. Wenn wir daher in den Kosmogenien der Griechen und Römer die ersten Spuren der Geologie[1]) erkennen, so finden wir da an der Stelle nüchterner Anschauung ein phantastisches Gemisch von Mythe, dichterischer Uebertreibung, philosophischer Speculation. Nur in den beiden Factoren der Erdbildung, dem Feuer und dem Wasser, den einzigen, die ihren Erscheinungen nach hinreichten, hinlänglich großartige Wirkungen herbeizuführen, um ihnen auch die Erde als Product zuzuschreiben, finden wir eine Anlehnung an die Wirklichkeit, eine Folge directer Beobachtung. So trennten sich nach der Art, wie die Wirkungen des Feuers oder des Wassers in der eigenthümlichen geognostischen Ausbildung der Länder sich der Anschauung boten, die Schulen, die sich mit der Frage nach der Erdentstehung beschäftigten, in zwei entgegengesetzte Richtungen. In Aegypten, einem Lande, das dem Meeresboden entwachsen schien, dessen ganze Fruchtbar-

Digitized by Google

keit auf den segnenden Wirkungen des Nil beruhte, dessen religiöse Anschauungen in der Verehrung des Nil gipfelten, dessen Priester schon frühzeitig die auf ägyptischem Boden zahlreich zerstreut umherliegenden Reste von Meeresthieren gesehn und erkannt hatten: in Aegypten und bei allen griechischen Philosophen, die an den Quellen ägyptischer Priesterweisheit geschöpft hatten, waren rein neptunistische Ansichten zur Herrschaft gelangt. Einer der ersten europäischen Denker, der sich mit der Erklärung geologischer Erscheinungen beschäftigte, war Xenophanes von Kolophon. Ihm waren die Versteinerungen, in denen er Abdrücke von Sardellen erkannte, der Beweis, daß die Erde aus dem feuchten Element entstanden, daß alles einst lehmförmig gewesen. Auch Thales von Milet, einer der hervorragendsten unter den griechischen Philosophen, aber gleichfalls in ägyptischen Schulen gebildet, behauptete, daß alles Feste sich aus dem Wasser niedergeschlagen habe, daß die Erdschichten aus der Verdichtung des Schlammes entstanden seien, daß das Wasser selbst durch Verdichtung zu Stein werde. Ueber die ebenfalls neptunistischen Ansichten des Pythagoras unterrichtet uns ein römischer Anhänger seiner Lehre, Ovid, in den bekannten Versen seiner Metamorphosen:

„Vidi ego quod fuerat quondam solidissima tellus
Esse fretum, vidi factas ex aequore terras
Et procul a pelago conchae jacuere marinae."

„Dort, wo einst fester Erdboden war, sah ich eine Meeresbucht, aus dem Wasser waren Länder entstanden und fern der See lagen Meermuscheln."

Ganz andere Ansichten entwickelten sich bei denjenigen griechischen Philosophen, die die in der eigenen Heimath fort und fort thätigen Naturerscheinungen vulkanischer Art beobachteten. Im alten Griechenland, in Kleinasien, Syrien, dem südlichen Italien und Sicilien waren Vulkane verbreitet und boten den reichen

Digitized by Google

Wechsel mannigfacher Erscheinungen, die Schrecken der Eruptionen und der begleitenden Erdbeben, die Wunder des Emporsteigens von Bergen und des Auftauchens von Inseln im Archipel. Die Großartigkeit aller derartigen Ereignisse war wohl geeignet, die Ansichten der Zuschauer über die Entstehung der Erde selbst in rein vulkanistischer Auffassung sich äußern zu lassen. Am entschiedensten tritt uns die Feuerlehre in den Fragmenten des Heraklitos entgegen, dem das Feuer als das Princip aller Dinge, als ihr Entstehungsgrund und als ihr Untergang erscheint. Auch Empedokles, ein fleißiger Erforscher vulkanischer Erscheinungen, hatte den Glauben an die feurige Entstehung der Erde gewonnen. So alt wie die Wissenschaft selbst ist daher auch diese Spaltung in den Ansichten ihrer Jünger.

Als alle Wissenschaft an der Grenzscheide des Alterthums unter dem Einflusse der gewaltigen Veränderungen im Leben der Völker mit dem Untergange des großen Reiches von Rom beginnend, zu langem Winterschlafe ging und nun erst mit dem 10. Jahrhundert (für die Geologie gar erst mit dem 15.) frisch und neu der Morgen tagte, trugen die Anfänge der erwachten Wissenschaft als deutliche Maale classischer Abstammung die Keime zu der gleichen Spaltung in den geologischen Theorien in sich. Gleichwohl zeigte sich schon in den ersten Zeiten die Wissenschaft auf besseren, fruchtbringenderen Bahnen. Im Gegensatze zu der rein speculativ philosophischen Art geologischer Studien, wie sie dem Alterthum eigenthümlich waren, drang das Bestreben nach Anschauung, nach Beobachtung durch. Es wurden zunächst die Eigenthümlichkeiten der Mineralien und Felsarten, ihre Lagerungsweise und ihr Vorkommen, kurz die gesammte Erdrinde, soweit sie erreichbar, in den kleinsten Einzelheiten ihrer Constitution genauen Studien unterworfen. Der Werth der Lösung kosmogenetischer Fragen erschien dadurch immer geringer; überall

Digitized by Google

kam man zu der Erkenntniß, daß die Frage nach der Entstehung der Erde erst dann mit Sicherheit zu lösen sein werde, wenn eine unendlich große Summe solcher Einzelbeobachtungen gemacht sei. Es wurde für die Geologie zunächst die Grundlage exacter Erforschung der Mineralien, Felsarten und ihrer Lagerungsverhältnisse zur Bedingung. Es traten sich die großen Gegensätze neptunistischer und vulkanistischer Ansichten nun in anderer Weise gegenüber, sie wurden von dem Felde der Geogenie auf das Feld der Petrogenie hinübergeführt. Endlich trafen die beiden Parteien auf einander bei der Frage nach der Entstehung einer Gebirgsart, die gewissermaßen für die neptunistische Richtung der am weitesten vorgeschobene Posten zu sein schien, nach dessen Verlust auch ein weiteres großes Gebiet unrettbar verloren gehen mußte. Es war der Streit über die Entstehung des Basaltes, der in seinem Beginne, seiner Fortführung und der außerordentlich reichen Kraftentwicklung der streitenden Theile, die nicht müde wurden, mit immer neuen Waffen in das Feld zu rücken, in seinen Resultaten endlich für die Geologie von so wunderbarer Wirkung war, daß man wohl den Worten Humboldt's beipflichten kann, „dieser Streit werde für immer als schönes Denkmal menschlichen Scharfsinnes in der Geschichte der Geologie Epoche machen".

Der Name Basalt, der in unsere Wissenschaft für das Gestein, das wir jetzt damit bezeichnen, zuerst von Agricola, dem Vater der Bergbaukunst und dem Begründer der wissenschaftlichen Mineralogie eingeführt wurde, der diesen Namen bei Plinius fand, kommt auch in den sämmtlichen Schriftstellern des Alterthums nur an dieser einen Stelle vor. Es ist dieses bei Plinius 36,11, wo gesagt wird: „Die Aegypter entdeckten in Aethiopien den Stein, den man basaltes nennt, er hat die Farbe und die Härte des Eisens, weshalb man ihm den Namen

Digitized by Google

gab." Weit häufiger dagegen findet sich in der alten Literatur der Name basanites (von *βασανίζω* prüfen). Daß unser Basalt den Alten bekannt war, ist durch mehrere Stellen ihrer Schriften erwiesen. Strabo, der treffliche Kenner der geographischen Verhältnisse der alten Welt, beschreibt säulenartige, hohe, runde, sehr glatte, schwarze, harte Steine von der Art, wie man sie zu Reibschalen gebraucht, die am Wege zwischen Syene und Phylä stehen. Diese Schilderung paßt treffend auf den Basalt. Was aber die Alten mit basanit bezeichneten, ist unzweifelhaft ebenfalls Basalt gewesen, oder doch solche Gesteine, die ihm dem äußeren Ansehen nach sehr ähnlich waren: Hornblendegesteine, Gabbro, dunkle Granite. Aus den Untersuchungen antiker Bildwerke, die in dem basanit genannten Gesteine ausgeführt wurden, zeigt sich, daß allerdings der Name basanites für eine größere Gruppe dunkler, harter und politurfähiger Gesteine in Gebrauch war, daß der Name basaltes den Alten unbekannt war, da auch wirkliche Basalte unter die Bezeichnung basanit gehörten. So wird es sehr wahrscheinlich und auch durch philologische Urtheile unterstützt, daß der Name basaltes sich nur durch einen Schreibfehler an die Stelle von basanites bei Plinius eingeschlichen habe. Besonders wird diese Ansicht in einer Arbeit des berühmten Philologen Professor Buttmann ausgesprochen, die über die Benennung einiger Mineralien bei den Alten handelt. (Museum der Alterthumswissenschaft 1808.) Ferner ist es sehr bemerkenswerth, daß Isidor, der 600 Jahre nach Plinius diesen excerpirte, einen in Aegypten und Aethiopien gefundenen Stein, der die Farbe und die Härte des Eisens hat, basanites nennt[2]).

Wir aber benennen das berühmteste unter den Gesteinen mit einem falschen, sinnlosen Namen.

Außer dem Namen und der Mittheilung, die Agricola[3]) für

Digitized by Google

den Basalt von Stolpen gab, wo er ihn zuerst erkannte und dessen Identität mit unseren Basalten unzweifelhaft ist, finden wir im 17. Jahrhundert kaum mehr als ganz kurze Nachrichten über dieses Gestein. Die Stelle aus dem den Erfahrungen seiner Zeit weit vorauseilenden Werke des berühmten Mineralogen „de natura fossilium“ („über die Natur der Fossilien“) aber verdient um so mehr angeführt zu werden. Sie steht Lib. 3 cap. 3 und heißt nach der Uebersetzung Lehmann's wie folgt:

„Zu den eisenschwarzen Marmorarten gehört der Basalt von den Aegyptern und Aethiopiern entdeckt. Ihm stehet weder an Farbe noch an Härte der Basalt von Meissen nach. Jener ist ausgezeichnet und vollkommen eisenschwarz, dieser so fest, daß sich die Schmiede seiner als Ambos bedienen. Auf dergleichen Basalt stehet das, dem Bischofe von Meißen gehörige Schloß Stolpen. Er zeigt säulenförmige abgesonderte Stücke, die Basaltsäulen haben wenigstens 4, höchstens 7 Seiten. Man findet dergleichen Säulen nicht oft einzeln, wie in Thebais, gewöhnlich mehrere an und in einander gewachsen. Im letzteren Falle scheinen einige in die andern und zwar die kleinern in die größern eingelegt zu sein. Die Meißnischen Basaltsäulen sind gewöhnlich 1½ Fuß dick und 14 Fuß hoch. In Thebais sind die größten 12 Fuß dick und zuweilen 100 Fuß und darüber lang, wie an den Obelisken der ägyptischen Könige wahrzunehmen. Neben den Basaltsäulen findet man rundliche Basaltgeschiebe, brauchbar zu Mörsern und zu Salbenreibsteinen.“

So wenig wie hier finden wir bei andern Schriftstellern der ganzen Zeit bestimmte Ansichten über die doch schon den Alten auffallende Erscheinung seiner säulenförmigen Absonderung und die Art ihrer Bildung. Der Engländer Trembley, der um das Jahr 1656 die Ufer des Rheines besuchte, beschreibt Basalte auf dem Wege von Bonn nach Koblenz und vergleicht dieselben

Digitized by Google

sehr richtig mit den irischen. Die Gestalt hält er für eine Krystallisationsform. Auch Henckel, ein deutscher Mineraloge und Verfasser der Kieshistorie, erwähnt den Basalt als Krystall. Walch,[4]) ein anderer mineralogischer Schriftsteller derselben Zeit, handelt in seinem systematisch entworfenen Steinreiche vom Jahre 1764 ebenfalls bei Gelegenheit der Krystallisation von dem Basalte und hält seine Säulen für Krystalle im Großen. Er hält es für wahrscheinlich, daß ehedem an den Orten, wo sich jetzt Basaltsäulen finden, Seen gewesen und auf diese Art sich die Krystallisation auf nassem Wege gebildet habe. Alle anderen Schriftsteller jener Zeit auf diesem Gebiete sprechen sich in diesem neptunistischen Sinne aus.

Der erste Naturforscher, der dieser herrschenden Ansicht entgegentrat, war der Franzose Desmarest. Auf den Reisen, die er in den Jahren 1763—66 durch Italien und den südlichen Theil des eigenen Vaterlandes machte, hatte er reichlich Gelegenheit, die Basalte zu studieren. Gerade in der eigenen Heimath hatte er die charakteristischsten Basalte im engsten Zusammenhang mit den unverkennbaren Spuren einer außerordentlichen vulkanischen Thätigkeit gesehen. Auch in Italien studierte er die Vulkane und ihre Wirkungen. Dort hatte er die große Aehnlichkeit der Basalte mit echten, neuen Laven erkannt. Zugleich aber untersuchte er in den dort vorhandenen Schätzen antiker Bildwerke auf's eifrigste alle Gesteinsvarietäten, die möglicherweise unter dem Namen Basalte zusammen zu fassen seien, und präcisirte dadurch die Klasse der eigentlichen Basalte wesentlich. Auf der Grundlage eingehender, genauer Beobachtungen also baute er seine Theorie auf, und nicht übereilt, sondern erst nach den zahlreichsten Bestätigungen seiner Ansichten trat er überzeugungssicher damit hervor. Während er schon im Jahre 1765 eine kurze Nachricht von seinen Entdeckungen gegeben, las

Digitized by Google

er erst am 11. Mai 1771 sein Memoire über diesen Gegenstand in der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Paris vor und veröffentlichte es demnächst unter dem Titel: Mémoire sur l'origine et la nature du basalte à grandes colonnes polygones, déterminée par l'histoire naturelle de cette pierre observée en Auvergne.[5]) In dieser Schrift wurde zum ersten Male der wichtige Schluß gezogen: daß nach der Zusammengehörigkeit der Basalte und Laven, wie sie in der Auvergne nachgewiesen wurde, es nicht wohl anders sein könne, als daß der Basalt eine vorher flüssige Materie gewesen, die sich wie die Lava der jetzt brennenden feuerspeienden Berge aus Krateren ergossen und beim Erkalten aus dem flüssigen in den festen Zustand die verschiedenen Formen und Zerspaltungen angenommen habe, in denen er sich finde. Nachdem nun Desmarest aus der genauen mineralogischen Vergleichung der deutschen, irländischen und italienischen Basalte die Ueberzeugung von der vollen Identität dieser mit denen der Auvergne gewonnen, zögerte er endlich nicht mehr mit dem allgemeinen Urtheile: „daß aller Basalt vulkanischen Ursprungs sei"! Solche dem geologischen Glauben aller seiner Zeitgenossen schnurstracks entgegengehende Behauptungen mußten natürlich sofort großen Widerspruch hervorrufen. Der erste, der Desmarest entgegentrat, war sein Landsmann Guettard, der die Bildung der regelmäßigen Basaltprismen auf feurigem Wege für unmöglich hielt und daher an die Krystallisation auf nassem Wege glaubte. Aber er wurde bald zu einem warmen Anhänger und eifrigen Verfechter der neuen Lehre umgewandelt. Und wie bei ihm, so zündete schnell in weiteren und weiteren Kreisen die vulkanistische Theorie Desmarest's. Auch in Deutschland traten bald die bedeutendsten Forscher diesen Ansichten bei, und besonders waren Raspe, Ferber, Born, Lasius und viele andere bemüht, in diesem Sinne die Basaltberge

Digitized by Google

der ihnen nahe liegenden Landestheile zu erforschen und zu beschreiben. Dennoch gab es immer auch noch hervorragende Gegner dieser Ansicht, und besonders waren der schwedische Naturforscher Cronstedt, der dem gleichen Lande angehörende Chemiker Bergmann und der sächsische Mineraloge von Charpentier treffliche Vertheidiger neptunistischer Ideen. Aber dem immer mächtiger sich Bahn brechenden, von Frankreich ausgehenden vulkanischen Glauben konnten sie nicht hemmend entgegentreten. Wie sehr die Anwendung der neuen Lehre schon bis ins Extrem geschah, beweisen die Schriften des Abbé Giraud Soulavie, der an eine durch electrische Eigenschaften des feuergeborenen Basaltes hervorgerufene geheimnißvolle Wirkung auf die Menschen glaubte, die dieselben erregen, ihre Nerven reizen, sie in beständige Spannung versetzen sollte, und die Ansicht des Rostocker's Witte, der allen Ernstes auch die Pyramiden Aegyptens als vulkanisch gehobene Basaltmassen beschrieb.

In der scheinbar unhemmbaren Ausbreitung der vulkanistischen Theorie über die Basaltbildung aber trat mit einemmale durch das Erscheinen eines Mannes ein vollständiger Umschlag ein. Dieser Mann war Werner.[6]) Wenn gerade sein Name auf's innigste mit dieser Streitfrage verknüpft ist, so lag der Grund dazu eben in der überraschenden Wendung, die durch sein Eingreifen herbeigeführt wurde; er hat den Streit nicht hervorgerufen, er fand ihn vor und veranlaßte nur eine lange hinausgeschobene Entscheidung, indem er mit den wirkungsvollsten Waffen sich der fast Unterliegenden annahm. Werner veröffentlichte am 20. October 1788 in dem 57. Stücke der allgemeinen Literaturzeitung seine neue Entdeckung über die neptunische Natur des Basaltes. Am Scheibenberger Hügel[7]) hatte er die wichtigen Aufschlüsse, welche die nasse Entstehung des Basaltes ganz außer Zweifel setzten, gemacht. Von diesem Tage an datirt die Wiederauf-

Digitized by Google

nahme des großen Streites, der nun in ununterbrochener Folge die ganze geologische, ja die ganze wissenschaftliche Gesellschaft Europa's fast 50 Jahre lang erregte. Der erste, der Werner gegenübertrat, war sein ältester Schüler Voigt zu Weimar, ein Geologe, dessen große Verdienste, zum Theil gewiß durch die Ungunst des Umstandes, Gegner seines berühmten Lehrers sein zu müssen, viel zu lange verkannt wurden. Schon am 25. November desselben Jahres 1788 schrieb er in das 60. Stück der Literaturzeitung eine Berichtigung der neuen Entdeckung Werner's. Der Meinungskampf wurde hierdurch gleich mit Schärfe und nicht ohne Persönlichkeit eingeleitet. Es dehnte sich derselbe, auch an einer gewissen Erbitterung wachsend, schnell über weitere Kreise aus. Besonders wirksam war hierbei der Umstand, daß Werner als Lehrer in einer so seltenen Weise von seinen Schülern verehrt, seinen Ansichten ein so hoher Werth beigelegt wurde, daß sie vielfach selbst von denen, die ihre Unrichtigkeit einsahen, aus Pietät nicht angegriffen wurden. Nur dadurch war es möglich, daß eine Ansicht, wie die Werner's, die nur auf der mißverstandenen Anschauung eines vereinzelten Vorkommens basirte, die aber selbst mit Rücksicht auf die darin dem richtigen Verständnisse sich bietenden Schwierigkeiten eine durchaus unphilosophische und irrige war (Lyell), daß eine solche Ansicht von so mächtiger Wirkung auf die Mitwelt wurde, daß richtigere Meinungen, die schon über ein Jahrzehnt vor Werner herrschend waren, dadurch verdrängt werden konnten. So führte Werner durch seine Dogmen, die er mit unerschütterlichem Glauben aufrecht erhielt, einen Rückschritt in der Wissenschaft herbei, und es bedarf einer warmen Beachtung seiner übrigen hohen Leistungen, um dieses vergessen zu können. Der Streit war bald in allen geologischen Kreisen Europa's entbrannt. Nur Frankreich blieb einer Theilnahme am Kampfe insoweit gewissermaßen fern, als

Digitized by Google

keiner der französischen Geologen von dem vulkanischen Glauben abfiel, insofern aber trat es in der wirksamsten Weise in den Streit ein, als gerade in Frankreich die größten Schüler und Anhänger Werner's von den mit allen Wurzeln liebenswürdigster Ueberzeugungskraft eingepflanzten Ansichten ihres Lehrers schnell und unmittelbar Bekehrung fanden.

Wie Werner am Scheibenberger Hügel die Grundlage zu seiner Theorie fand, so baute in Schottland Hutton auf den Edinburg überragenden Basaltklippen des Arthur's seat die entgegengesetzte Lehre auf. Seine Schriften, begleitet und unterstützt durch die Erläuterungen Playfair's und durch Hall's scharfsinnige Experimente über das steinigte Erstarren langsam sich abkühlenden geschmolzenen Glases wurden für England der Boden einer plutonischen Schule.[8]) Auch hier aber regten sich die Anhänger des neptunischen Glaubens. Einerseits waren es die Schüler Werner's, unter diesen besonders Jameson, die mit unbesiegbaren Zweifeln an vulkanischen Wirkungen die neptunische Entstehung des Basaltes vertheidigten; andererseits aber wurde die Theorie der ketzerischen Vulkanisten von vielen Männern mit Vorwürfen der niedrigsten Art überhäuft, weil sie den Unglauben befördere und weil sie geradezu der mosaischen Schöpfungsgeschichte Hohn sprechen sollte. Nie hat eine Begriffsverwechselung mehr Schwierigkeiten hervorgerufen, als gerade die in einer unklaren Vermischung religiöser und naturwissenschaftlicher Lehren sich äußernde. Beiden Theilen brachte der Kampf Nachtheil und gewiß der Religion das Ausbeuten der scheinbaren Widersprüche mit der exacten Forschung nicht den geringeren.

In England nahmen die Anhänger Hutton's immer zu und gleichzeitig in Deutschland die Anhänger Werner's immer ab. Männer wie Macculloch, Mackenzie, Henslow, Murchison, Sed-

Digitized by Google

wick, Allan und viele andere treffliche Forſcher waren eifrige Vertheidiger des plutoniſchen Urſprungs der Baſalte. Ihnen ſchließen ſich die klaſſiſchen Werke von Conybeare und Lyell und die durch ausgezeichnete Kenntniß noch thätiger Vulkane beſonders wichtigen Schriften von Poullet Scrope und Daubeny mit für die Lehre der vulkaniſchen Entſtehung des Baſaltes reichen und werthvollen Beiträgen an.

In Deutſchland reihen ſich an die Namen Leop. v. Buch und Alex. v. Humboldt eine Menge geologiſcher Schriftſteller an, die durch eingehende Beſchreibung der in den verſchiedenen Theilen Deutſchlands und aller Länder unterſuchten Baſaltberge und der echt vulkaniſchen Erſcheinungen das Beweismaterial für die vulkaniſche Natur des ſtreitigen Geſteines außerordentlich häuften. Männer wie Leonhard, Naumann, Cotta, Roſe, Nöggerath, von Dechen, Steininger, Sartorius von Waltershauſen, Abich und manche andere ſind in der Wiſſenſchaft berühmt geworden und haben vorzüglich dieſem Punkte ihre Aufmerkſamkeit zugewendet. Beſonders erwarb ſich der große Chemiker Bunſen um die Aufklärung der chemiſchen Beziehungen der neu vulkaniſchen Geſteine vorzügliche Verdienſte und waren viele andere hervorragende Chemiker, von denen hier nur die Namen Mitſcherlich und Rammelsberg ſtehen mögen, bemüht, in gleicher Weiſe in die vulkaniſchen Prozeſſe Licht und Klarheit zu bringen. Aber es blieben immer zunächſt unter Werner's Zeitgenoſſen und Schülern, aber auch bis heute noch vereinzelte Anhänger der neptuniſtiſchen Theorie übrig. Reuß, Widenmann, Esmark, Karſten, ja auch der ſcharfſinnige Haidinger, wenngleich er die entgegengeſetzte Möglichkeit zugiebt, ſtritten für die wäſſrige Entſtehung des Baſaltes. In neueſter Zeit finden wir in dem Verfaſſer des Lehrbuches der chemiſch-phyſikaliſchen Geologie, Prof. G. Biſchof, den mit allen Mitteln fortgeſchrittener chemi-

Digitized by Google

ſcher und phyſikaliſcher Forſchung für das Prätendententhum des Waſſers kämpfenden Neptuniſten. Die reiche Sammlung von Material, die gewiſſenhafte Benutzung der vorliegenden Erfahrungen, der ganze Eindruck überzeugungstreuen, durch das Experiment ſich unterſtützenden ernſten, wiſſenſchaftlichen Strebens laſſen dieſes Werk ganz abgeſehen von ſeinem ſcharfen Parteiſtandpunkte als ein ſehr werthvolles erſcheinen. Jedenfalls ſteht es hoch über anderen Werken neueſter Zeit, die ſich mit der Löſung ſolcher petrogenetiſchen Fragen in einer Weiſe beſchäftigen, die bei dem nur zu klar hervorleuchtenden Bemühen durch die bloße, faſt blinde Oppoſition gegen die Majorität, durch wahnwitzigen Umſturz alles Erkannten ſich intereſſant zu machen, der begründeten Vermuthung Raum geben, daß der nächſte Zweck ſolcher Schriften lediglich der iſt, von ſich reden zu machen, und daß ernſte Wiſſenſchaftlichkeit und Gewiſſenhaftigkeit ſehr oft unter dem vorherrſchenden egoiſtiſchen Bemühen ſclaviſch unterdrückt werden.

Gehen wir nun an die Betrachtung des reichen Materiales, welches als Reſultat des langjährigen Kampfes vor uns aufgehäuft liegt und verſuchen wir, durch Vergleichung der beiderſeitig geſammelten Beweiſe uns in die Lage zu ſetzen, eine Entſcheidung darüber abzugeben, auf welcher Seite ſich das Recht befindet.

Die erſten Gründe für die vulkaniſche Natur des Baſaltes, die erſten Einwürfe gegen dieſelbe baſirten vorzüglich auf der Art ſeines Vorkommens, ſeinen Lagerungsverhältniſſen und den Wechſelbeziehungen zu anderen Geſteinen. Wie Werner ihn am Scheibenberger Hügel mit grobem, thonigten Sande, fettem Thon zuſammen und wechſelgelagert fand und daraus nun ſchloß, daß er in gleicher Weiſe wie die begleitenden Schichten durch naſſen Niederſchlag entſtanden: ſo ſchloſſen mit gleicher Sicherheit Hutton

Digitized by Google

in England und die Geologen Frankreichs, daß der Basalt in seinem engen Zusammenhang mit echten Laven und ihnen auch an Lagerungsverhältnissen gleich, die Schichten, die ihn überdecken, aufwärtsrichtend und durchbrechend, sie gangartig durchsetzend, auch nur auf vulkanischem, auf eruptivem Wege gebildet sein könne. So wurde durch die Streitfrage das detaillirteste Studium der geognostischen Verhältnisse der verschiedenen Basalte besonders wichtig und gerade dadurch auch die entschiedensten Beweise für die Art seiner Entstehung gefunden und unwiderleglich zur Geltung gebracht. Aus den zahlreichen Beobachtungen der Anhänger der vulkanistischen Theorie wurde das gangartige Auftreten des Basaltes als allgemein und in seinen einzelnen Eigenthümlichkeiten erkannt. Es wurde constatirt, daß zwar nicht immer Schichtenstörungen durch das Empordringen der Basaltmassen geschehen und dieser Punkt wurde von den Anhängern der neptunistischen Richtung bedeutend betont, daß aber solche Störungen auch nicht unbedingt nöthig seien. Es wurden aber so viele Thatsachen bekannt, die eine evidente Schichtendurchbrechung, Aufwärtsrichtung, Störung zeigten, daß die eruptive Natur des Basaltes dadurch unzweifelhaft wurde. Ein einziges Beispiel dieser Art wissenschaftlich constatirt, würde ja schon vollkommen hingereicht haben, wenigstens die Möglichkeit dieser Entstehungsart des Basaltes zu beweisen, eine Möglichkeit, die von der anderen Seite geradezu bestritten wurde. Denn die Gegenpartei war nicht in der Lage, für eine einzige derartige Erscheinung auch nur eine an Wahrscheinlichkeit gränzende Erklärung zu geben, wenn sie die eruptive Kraft ausschloß. Für den, der das gangartige Auftreten des Basaltes, wie es, um nur ein Beispiel anzuführen, uns durch Heuslow [9]) von der Insel Anglesea in eingehendster Weise geschildert wird, wo zwischen Beaumarais und Garth Ferry eine Masse solcher Gänge von

Digitized by Google

verſchiedenſter Mächtigkeit nach allen Richtungen hin den Chloritſchiefer durchſetzen, nach der Tiefe hin in unbegrenzter Ausdehnung fortſetzend und ſich erbreiternd, nach oben hin meiſtens ſich auskeilend, für den wird kaum ein Zweifel über die Entſtehung dieſer Gebilde übrig bleiben. Auch die in ſo vielen Fällen durch die genaueſten Unterſuchungen feſtgeſtellte keilförmige Form der nach oben drängenden Baſaltmaſſe, der unter vielen Baſaltkuppen gefundene, in die ewige Teufe niedergehende Stil, mit dem ſie in den Heerd ihres Schmelzfluſſes führen, zeigen zu deutlich ihre Herkunft an. Und wenn in der That manche gang- und lagerartige Vorkommen, die wir hier nicht beſonders unterſcheiden wollen, durch eine Grenze nach der Tiefe hin das Gegentheil zu beweiſen ſcheinen, ſo fällt doch dieſer Einwand fort durch die geognoſtiſch bewahrheitete Erklärung, daß die gewiſſe Schichten überlagernde Baſaltmaſſe auch von oben in gang- und lagerartigen Formen in dieſelben ſenkrecht niederſetzen konnte. Wenn gerade mit Rückſicht auf dieſe Lagerungsverhältniſſe das Studium der deutſchen Baſalte große Schwierigkeiten bot, ſo konnte dennoch die Identität der Geſteine, die trefflichen mit den Thatſachen übereinſtimmenden Erklärungen der ſcheinbaren Widerſprüche und endlich in Folge allſeitiger, eingehender Unterſuchung die doch auch hier überall, wenn auch oft nur ſchwer und in geringem Maße nachweisbaren Spuren vulkaniſcher Natur zuletzt begründete Zweifel der Neptuniſten nicht mehr aufkommen laſſen. Je mehr ſich durch Erleichterung der Verkehrsmittel jedem Einzelnen die Möglichkeit erſchloß, die Natur der echten Vulkane an Ort und Stelle zu ſtudieren, je mehr hierdurch die Vergleichung dieſer Erſcheinungen mit denen der Baſaltberge leicht gemacht, eine um ſo größere Uebereinſtimmung in einer ganzen Reihe von Eigenthümlichkeiten wurde für Beide gefunden, um ſo mehr wurde die Erkenntniß einer manchmal überraſchenden Identität

Digitized by Google

gefördert. Die äußere Form der Baſaltberge in ihren Kegeln und Kuppen ſich ganz dem Anſehen echt vulkaniſcher Berge nähernd, das auf andere Geſteine aufgeſetzt ſein dieſer baſaltiſchen Kegel, wie es faſt in allen Fällen erſcheint, wenn wir hierbei von dem Hinabreichen in die Tiefe abſehen, wie es für Baſalte und Laven gemeinſam iſt, endlich die ganze Anordnung der Baſaltberge zu Gruppen in ſtetem gedrängtem Zuſammenvorkommen oder zu langen, mit der Bildung von Spalten im Zuſammenhang ſtehenden Reihen, alles das waren Beobachtungen, die in vollſter Uebereinſtimmung an den Vulkanen der verſchiedenen Länder gemacht wurden. Ja auch die charakteriſtiſchen Eigenthümlichkeiten vulkaniſcher Berge wurden für die Baſalte nachgewieſen, es fanden ſich die ſchönſten baſaltiſchen Kratere, die herrlichſten baſaltiſchen Ströme. Und wenn auch in gewiſſen Gegenden, die durch ausgezeichnete baſaltiſche Gebilde wichtig geworden, ſolche Erſcheinungen ganz fehlen, wie wir ja in Böhmen, im Weſterwalde, im Vicentiniſchen vergeblich nach Krateren ſuchen, ſind ſie dagegen in anderen Gebieten ungemein häufig und unverkennbar. Die belehrendſten Thatſachen dieſer Art ſind wohl im Innern Frankreichs bekannt geworden in der Auvergne, dem Velay und dem Vivarais.[10]) Die trefflichen Beobachtungen d'Aubuiſſon's zuerſt, der dort im Glauben an ſeinen Lehrer ſchwankend wurde, fanden zunächſt zwar bei den Neptuniſten einfach keine Anerkennung, ihre Richtigkeit wurde bezweifelt und ſtets die einfache Behauptung entgegengeſtellt, das, was er Baſalt nenne, ſei eben kein Baſalt. Als nun aber Leop. v. Buch, bis dahin ebenfalls ein warmer Anhänger der Lehre Werner's, nach ſeinem erſten Beſuche in der Auvergne ausdrücklich ſchrieb, wie man am ſüdlichen Fuße des Mont Mezin mit der vollſten Gewißheit ſehen könne, wie wahrer Baſalt mit allen Kennzeichen und Gemengtheilen deutſcher Baſalte in der herrlichſten ſäulen-

Digitized by Google

förmigen Absonderung ganz wie die neueren Lavenströme der Puys in die Thäler geflossen sei, da mußten nach und nach die Einreden verstummen. Es wurde unserm großen Geologen nicht leicht, sich von den Ansichten Werner's, die in ihm durch die Schwierigkeiten in der Erkenntniß der deutschen Basalte festen Boden gefaßt hatten, abzuwenden. Nachdem er an der Hand des ortskundigen und trefflichen Beurtheilers der dortigen Erscheinungen, des Grafen Montlozier, die basaltischen Puy's in der Umgegend von Clermont besucht und die mannichfaltige Lagerung der Basalte (dort meist in Strömen erscheinend) studiert hatte, suchte er, obschon er der Gewalt der Thatsachen nicht widerstehen konnte, darüber weitere Aufklärung am Mont Dore, ob die Theorie der deutschen Basaltberge nicht dennoch haltbar sei. Als er aber auch den Mont Dore gesehen, schrieb er: „So stehen wir bestürzt und verlegen über die Resultate, zu denen uns die Ansicht des Mont Dore nöthigt"! In der That sind aber auch die Verhältnisse, wie sie in der Auvergne und fast noch mehr im Velay und Vivarais sich bieten, von so überzeugender Gewalt, wie wohl kaum anderswo. Das herrlichste Beispiel aber unter diesen, zugleich auch dasjenige, welches Leop. v. Buch in seinen Worten über den südlichen Fuß des Mont Mezin im Sinne hatte, ist der Krater und der basaltische Strom von Jaujac. Der Kegel dieses Vulkanes erhebt sich über der Kohlenformation, die dort den Boden des Alignon-Thales erfüllt. Sein Krater ist wohl erhalten und von regelmäßiger elliptischer Form, sein Rand durch den Erguß des Stromes an einer Seite durchbrochen. Der Strom ergießt sich nach dem Alignon zu und bietet dort, wo er in senkrechten, über 100 Fuß hohen Wänden des Baches Ufer bildet, das Beispiel unerreicht schöner, in mannigfacher Weise geordneter prismatischer Absonderung seiner Basaltmasse. Hier haben wir Basalt vor uns, dem auch der ent-

Digitized by Google

ſchiedenſte Gegner vulkaniſtiſcher Theorien vernünftiger Weiſe die vollſte Uebereinſtimmung mit deutſchen Baſalten nicht abſprechen kann, wir ſehen ihn in den vollendetſten Säulenformen vor uns, wie ſonſt die echten Baſalte, wir ſehen ihn aber begleitet von allen Erſcheinungen echt vulkaniſcher Natur, er iſt als mächtiger Strom vor uns ergoſſen und führt uns unmittelbar in den Krater, dem er entquoll. Bis in die Vegetation hinein, die der baſaltiſche Boden hier trägt, läßt ſich die vollſte Aehnlichkeit mit vulkaniſchem Gebiete verfolgen. In ganz beſonderer Ueppigkeit gedeiht auf der baſaltiſchen Grundlage die Kaſtanie, üppiger wie rings auf anderm Boden, ganz wie die herrlichſten Exemplare dieſes Baumes in den bewaldeten Partien des Aetna gefunden werden. Dieſelben Beobachtungen aber laſſen ſich nun an der ganzen großen Zahl vulkaniſcher Berge machen, wie ſie im Innern Frankreichs, wie ſie in der Eifel, wie ſie in Katalonien durchforſcht wurden. Alle die echt und unbeſtreitbar vulkaniſchen Erſcheinungen, die an den erloſchenen Krateren dieſer Gegenden, die baſaltiſche Laven ergoſſen haben, ſich darbieten, ſind eben ſo viele Beweiſe für die vulkaniſche Natur des Baſaltes ſelbſt. Wir werden ſpäter ſehen, wie viele dieſer Laven in nichts ſich von echtem Baſalte unterſcheiden, oder wie unmerkliche Uebergänge uns von echten baſaltiſchen Laven unmittelbar auf die Baſalte führen. Mit unwiderſtehlicher Gewalt dringen die Thatſachen, wie ſie uns in der geognoſtiſchen Erſcheinung der Baſalte geboten werden, auf uns ein. Und wie bei Werner das ſtarre Feſthalten an ſeiner Anſicht gewiß nur daran lag, daß er nicht über die engen, für das Studium der Baſalte höchſt ungünſtigen Grenzen ſeines Vaterlandes hinaus Beobachtungen angeſtellt hatte, ſo finden wir, daß bei den meiſten ſpäteren Vertheidigern der neptuniſchen Entſtehung des Baſaltes, die nachher faſt nur mehr auf chemiſch-phyſikaliſchem Gebiete den Kampf führ-

Digitized by Google

ten, eine genaue Kenntniß dieser geognostischen Verhältnisse fehlt, daß sie in vielen Fällen im Laboratorium und am Studiertische darüber ohne Weiteres aburtheilen, worüber ein Anschauen mit dem geübten Auge geognostischer Kenntnisse sie sofort eines Besseren belehrt haben würde.

Ein anderer, von neptunistischer Seite in den ersten Stadien des Streites freudig begrüßter und mit Eifer lange festgehaltener Grund gegen die vulkanische Natur des Basaltes schien darin zu liegen, daß in demselben die Reste von Meeresthieren gefunden wurden. Allein bei genauerer Untersuchung der wenigen einschlagenden Beobachtungen, die bekannt geworden sind, erwies sich zunächst, daß man es hier zum Theil mit der übereilten Aufnahme nicht hinlänglich feststehender Thatsachen zu thun habe. Wo aber das Vorkommen der Versteinerungen im Basalte selbst, nicht etwa nur in basaltischen Wacken oder Tuffen, in der That durch glaubwürdige Zeugnisse außer Zweifel gesetzt wurde, war auch zugleich eine genügende Erklärung des Phänomens gefunden. Im Basalte eingeschlossene, aus den von ihm durchbrochenen Schichten mit hinaufgebrachte Gesteinsbruchstücke enthielten die Versteinerungen, und es wurde die Schicht, der sie entnommen, in allen Fällen mit Sicherheit erkannt. Ja, auch der Einfluß der feurigen Basaltmasse auf die gehobenen Schichtentheile und ihre Versteinerungen wurde in manchen Fällen beobachtet. Es stellten sich also die Basalte selbst als vollkommen versteinerungsleer heraus und auch hier verloren die Neptunisten den Boden. Für untermeerisch ergossene Basaltströme würde zudem die wirkliche Anwesenheit von Meeresfossilien nichts überraschendes haben. Ebenso wenig können die eingeschlossenen Reste von Pflanzen und Thieren, wie sie hier und da in basaltischen Tuffen gefunden oder im Erguß basaltischer Lava umschlossen wurden, unsere Verwunderung erregen oder unsern

Digitized by Google

Zweifel wachrufen, so wenig wie wir uns auch darüber wundern, Pompeji aus den Laven und Aschen des Vesuvs ersteigen zu sehen.

Ganz besondere Bedeutung für die Erkenntniß der Entstehungsart der Basalte erlangten die Untersuchungen über die von ihnen ausgeübten Contactwirkungen[11]) auf benachbarte Gesteine und die in ihnen gefundenen Einschlüsse fremder Felsarten. Für dergleichen Erscheinungen waren die Neptunisten ganz außer Stande eine Erklärung zu geben, die den Gesetzen der Chemie und Physik gleichmäßig mit den jedesmaligen Formen der Erscheinung entsprochen hätte. Auch wurden daher dergleichen Thatsachen lange Zeit hartnäckig von den Neptunisten bezweifelt. Allerdings fanden sie darin einen Rückhalt, daß solche Contactwirkungen an vielen Stellen nicht zu erkennen waren, ganz wie auch echte Laven manchmal ohne jede verändernde Einwirkung auf das Nebengestein bleiben. Anstatt aus den vielen nachgewiesenen Veränderungen des Nebengesteines Grund zur Ueberzeugung vom vulkanischen Ursprunge des Basaltes zu gewinnen, hielten die Neptunisten am Zweifel fest und behaupteten nach wie vor, der Basalt äußere sich durchaus nicht verändernd auf das Nebengestein. Für diese Behauptung führten sie dann, vollkommen unlogisch, ihrerseits wieder Beweise an, indem sie Gewicht darauf legten, daß der Basalt z. B. Braunkohle, die er umschloß, nicht einmal ihres Bitumens[12]) habe berauben können, was sich doch nicht mit seinem feurig-flüssigen Zustande vereinbaren lasse. Während sie folgerichtig für die Thatsache, warum in einzelnen Fällen der Bitumengehalt der Kohle dennoch verblieben sei, eine Erklärung suchen mußten, — die zu finden nicht allzu schwer war —, da ja in so vielen anderen Fällen mit den augenscheinlich geschehenen Veränderungen der Braunkohlen im Contacte mit Basalt auch eine Bitumenentziehung stattgefunden hatte, sahen sie über diese Erscheinungen hinweg und erkannten

Digitized by Google

in der anderen nur einen Beweis für die absolute Unmöglichkeit feurig-flüssiger Basaltbildung. Die Unzulänglichkeit vieler derartiger Einwürfe wurde von der anderen Seite dargethan und dem eigensinnigen Widerstreben gegen die Anerkennung der Contactwirkungen ein um so eifrigeres Bemühen entgegengestellt, aus allen basaltischen Gebieten die Beweise für solche Wirkungen zu häufen. Sie sind bis heute fast zahllos geworden. Nur einige besonders charakteristische Beispiele dieser Art mögen hier ihre Stelle finden. Nicht alle Gesteine sind in gleicher Weise geeignet, deutliche Spuren des Einflusses nahen Basaltes aufzunehmen. Gerade die Kalk- und Sandsteine zeigen die vielfachsten Veränderungen. Nicht nur, daß in vielen Fällen ihnen die prismatische Absonderung des sie bedeckenden oder sie durchdringenden Basaltes mitgetheilt wurde, ihre ganze Beschaffenheit erscheint geändert. An dem basaltischen Plateau von Gergovia unweit Clermont in Central-Frankreich erscheint Basalt lagerförmig über Süßwasser-Kalken ausgebreitet. Kalkstein und Basalt erscheinen innig mit einander verwachsen, es gelingt leicht, Stücke zu schlagen, die zur Hälfte aus jedem Gesteine bestehen. Auf ganze große Strecken hin zeigt hier der Kalkstein die schönste prismatische Absonderung, wenn auch nur en miniature, denn die Prismen sind selten über wenige Zoll lang und einen Zoll dick, allein ihre Formen sind die regelmäßigsten. Der Kalk selbst erscheint durchaus verändert, sein spec. Gewicht ist ein höheres, er erscheint schwarz und braun gefärbt, sein Bruch wird vollkommen muschelicht; dabei ist er meistens kieselig geworden. Beispiele der prismatischen Absonderung sind auch an Sandsteinen und Thonschiefern, aber selten in solcher Vollkommenheit gefunden worden. Gerade hierfür ist wieder Central-Frankreich an deutlichen, überzeugenden Vorkommnissen reich. Bei den Sandsteinen äußern sich die Wirkungen der Basalte noch in anderer Form, sie er-

Digitized by Google

ſcheinen vielfach gefrittet und oberflächlich mit einer verglasten Maſſe bedeckt. Die Umwandlung mancher Kalke in der Berührung mit Baſalt zu weißem, körnigem Marmor iſt in Italien nicht vereinzelt bekannt geworden. Das gebleichte und entfärbte Anſehen vieler Geſteine, beſonders der Buntſandſteine, wie es im Contacte mit Baſalten vorzüglich häufig beobachtet worden, die manchmal durchaus glaſige und ſchmelzähnliche Beſchaffenheit derſelben, alles ſind unverkennbare Merkmale einer durch feurige Einflüſſe erlittenen Umwandlung. Der Einwirkungen auf die Kohlen wurde oben ſchon gedacht, ſie zeigen ſich nicht nur bei den Braunkohlen, ſondern auch bei den Steinkohlen. England hat uns mit Rückſicht auf die letzteren überraſchend reiches Beweismaterial geliefert. In allen Fällen äußert ſich die Veränderung in einer Art von Vercoakung, die Kohlen ſind trockner und härter geworden, haben ihren Bitumengehalt verloren, manchmal ſehr porös und aſchenförmig, erſcheinen ſie vollkommen als Coak und zerſpalten in viele kleine Säulen. Auch die Umwandlungen von Grauwacke, Thonen, Mergeln durch den Contact mit Baſalt ſind häufig. So ſind alſo Veränderungen der Geſteine in Bezug auf ihre chemiſche, mineralogiſche Conſtitution, Aenderungen des Gefüges und ſpec. Gewichtes bekannt geworden, wie ſie nur in der Einwirkung feuriger Maſſen eine Erklärung finden. Alle dieſelben Aenderungen, manchmal jedoch in intenſiverer Weiſe, wiederholen ſich dann bei den Einſchlüſſen fremder, vorzüglich durchbrochener Geſteine, wie ſie ſo häufig im Baſalte gefunden werden. Auch hierfür mögen einige Beiſpiele angeführt werden, da gerade auch dieſe Thatſache lange Zeit von den Neptuniſten beſtritten wurde. Ganz beſondere Wichtigkeit erhält der durch derartige Einſchlüſſe gelieferte Beweis für die vulkaniſche Natur der Baſalte dadurch, daß nicht nur darin, daß ſolche Einſchlüſſe aus durchbrochenen Schichten losgeriſſen und in der erſtarrenden

Digitized by Google

Masse eingebettet wurden, schon eruptive Thätigkeit erkannt werden muß, sondern daß auch die durch die hohe Temperatur hervorgerufene Veränderung solcher Gesteinsbruchstücke in vollster Uebereinstimmung damit steht. Sehr bekannt sind die mit dem Namen Basaltjaspis belegten in den Basalten unseres rheinischen Gebirges gefundenen Einschlüsse von Thonschiefer. Sie sind vollkommen porzellanjaspisartig geworden, lavendelblau oder röthlich und von ausgezeichnetem, flach muscheligtem Bruche [13]). Die basaltischen Laven von Niedermendig und vom Mosenberge in der Eifel enthalten viele ziegelroth gebrannte Thonschieferstücke, mitunter von verglaster Rinde umgeben. Der echte in schönen Säulen abgesonderte Basalt von Prudelles unweit Clermont in der Auvergne enthält zahlreiche Einschlüsse des überlagerten Granites, in vollkommen gefrittetem Zustande, nicht selten mit dünner Schmelzrinde umzogen. Im Riesengebirge findet sich ein eigenthümliches Trümmergestein [14]), granitische Bruchstücke sind durch basaltischen Teig gebunden. Auch im Vicentinischen, wo basaltische Massen durch Talkschiefer emporgedrungen sind, bildet sich durch das Umhüllen zahlreicher Bruchstücke dieses Schiefers mit Basaltmasse eine Art Breccie. Auch in dem vorher erwähnten mächtigen Strome unverkennbaren echten Basaltes von Jaujac finden sich zahlreiche Einschlüsse sowohl von Kohlenschiefer, als auch Granit. Die Granitbruchstücke sind ganz genau in derselben Weise umgewandelt, wie sie an dem Mont Denis bei le Puy, wie sie an allen Vulkanen des inneren Frankreichs gefunden werden. Die Glimmertheile des Granites sind sehr verändert, oft zerstört, die Quarze und Feldspathe erscheinen deutlich angeschmolzen, der erste Anblick solcher Bruchstücke läßt uns an die Einwirkung des Glühens denken.

So ließen sich denn noch unendlich viele Beispiele der verschiedensten Art anführen, worin ganz wie in den Contactwir-

Digitized by Google

kungen der Einfluß feurigflüſſiger Baſaltmaſſe auf dieſe Geſteine unverkennbar iſt. Denn in der That entſprechen die erlittenen Veränderungen in allen Fällen vollkommen ſolchen, wie ſie durch die Hitze hervorgebracht werden. Schon die Uebereinſtimmung der Erſcheinungen, wie ſie im Zuſammenhang mit neueren Laven ſich zeigen, iſt hier beweiſend. Die Wirkungen von Bränden auf Geſteine haben ganz ähnliche Veränderungen an ihnen bewirkt, wie die Baſalte; der Blitz, der Felsmaſſen getroffen, gleicht wiederum in ſeinen umwandelnden Wirkungen den Baſalten, endlich künſtliche Glühverſuche der mannigfaltigſten Art gaben ähnliche Geſteinsveränderungen, wie ſie die Baſalte erzeugt hatten. So ſummirt ſich die reiche Folge bis ins Einzelne dringender Beweismittel, keinen Punkt, der Anhalt zum Widerſpruche böte, außer Acht laſſend, zu dem nach unſeren Betrachtungen wohl jetzt ſchon unumſtößlich feſtſtehenden Endſchluſſe, daß in der That der Baſalt nur feurig-flüſſiger Entſtehung ſein könne.

Wenngleich alſo ſchon auf dem Gebiete geognoſtiſcher Unterſuchungen eine Entſcheidung der Streitfrage unzweifelhaft geworden, ſo wurde der Kampf dennoch fortgeſetzt und nun von den Neptuniſten auf einen anderen Boden der Beweisführung getragen. Unterſtützt oder vielmehr ſich ſtützend in den gewaltigen Fortſchritten der Chemie und Phyſik, ſuchten ſie zunächſt zu beweiſen, daß eine feurig-flüſſige Entſtehung des Baſaltes geradezu chemiſch und phyſikaliſch unmöglich ſei.

Wir, die wir mit offenem Auge die Geſammtheit der Beweiſe betrachtet und ſie vorurtheilsfrei auf uns haben einwirken laſſen, können uns hier des Gedankens nicht erwehren, der ſchon im Vorhergehenden einmal ausgeſprochen wurde, daß es vollkommen unlogiſch erſcheint, wenn die Neptuniſten dieſen Weg der weiteren Beweisführung gegen die vulkaniſche Entſtehung

Digitized by Google

des Basaltes einschlagen. Es erscheint nicht möglich, daß sie sich der überzeugenden Kraft so vieler geognostischer Thatsachen entwinden konnten. Darin konnte Keiner von ihnen mit sich uneins sein, daß fernere Beweise gegen das Bewiesene unsinnig seien. Sie mußten nunmehr es zur Aufgabe ihres ernstgemeinten Forschens machen, sich die Einzelheiten des feurig-flüssigen Emporbringens der Basalte zu erläutern, die aufstoßenden Widersprüche auf chemisch-physikalischem Gebiete auszugleichen, endlich für die scheinbaren Unmöglichkeiten dennoch einen Grund zu finden. Das Alles aber geschah nicht. Dennoch fanden alle noch so oft wiederholten Einwürfe der neptunistischen Partei Würdigung und geduldige Widerlegung.

Zunächst liegt schon in der vollen Uebereinstimmung der chemischen Constitution aller Basalte, die aus den zahlreichsten Analysen erkannt wurde, für die neptunistische Erklärung eine unüberwindliche Schwierigkeit. Nur ein Hinabsteigen in die Tiefen eines gemeinsamen unterirdischen Heerdes lassen uns Erklärung dieser staunenswerthen Gleichartigkeit finden. Andererseits aber führt die außerordentliche Uebereinstimmung der chemischen Constitution der Basalte mit echten Laven uns unmittelbar auf die Möglichkeit einer gleichen Entstehung. Darin, daß es durch Versuche nicht gelang, Basalt aus dem Schmelzen anderer Gesteine herzustellen oder geschmolzenen Basalt wieder zu krystallinischem und nicht glasigem Producte erstarren zu lassen, liegt ebensowenig ein Beweis gegen seine vulkanische Natur, wie man etwa echten Laven aus ganz denselben Gründen ihre Herkunft streitig machen darf. Wir sind mit den scharfsinnigsten Combinationen unserer Versuche nicht im Stande, die wunderbare Gesammtthätigkeit der schöpferischen Prozesse der Natur, die maßvolle Eintracht aller ihr zu Gebote stehenden Kräfte zu bestimmten Wirkungen auch nur im Entferntesten zu erreichen. Nicht

Digitized by Google

die Natur, ſondern nur uns ſelbſt ſtraft daher der ſynthetiſche Beweis für die Möglichkeit ihrer Leiſtungen in ſo vielen Fällen Lügen. Nun ſollte aber auch mit Rückſicht auf die den Baſalt als weſentliche Gemengtheile bildenden Mineralien[15]), alſo Labrador, Augit, Magneteiſen, eine feurig-flüſſige Baſaltentſtehung unmöglich ſein. Die vollkommene Gemeinſamkeit gerade der weſentlichen Beſtandtheile der Baſalte mit echten Laven ſpricht ſchon entſchieden für die Möglichkeit. Es wurde aber ferner durch viele glänzende Verſuche dargethan, daß die einzelnen mineraliſchen Gemengtheile alle auf feurigem Wege entſtehen können. Feldſpathe und Augite, beſonders auch die für die meiſten Baſalte ſo ſehr charakteriſtiſchen Olivine wurden künſtlich auf feurigem Wege dargeſtellt, erzeugten ſich häufig in den Schlacken- und Hüttenproducten metallurgiſchen Betriebes. Auch das Magneteiſen, auf deſſen nur auf naſſem Wege mögliche Entſtehung beſonderer Nachdruck gelegt worden iſt, wurde durch Schmelzung unter gewiſſen Bedingungen erhalten, es wurde auch in den Schlacken der Eiſenhütten auf das deutlichſte nachgewieſen und gar nicht ſo ſelten gefunden. Von der wäſſerigen Entſtehung baſaltiſcher Mineralſpecies iſt nichts bekannt geworden. Das Vorkommen des Quarzes, welches den Neptuniſten eine mächtige Waffe zu ſein ſchien, iſt vorerſt noch auf ganz vereinzelte Fälle beſchränkt, die wohl noch genauerer wiſſenſchaftlicher Beſtätigung bedürfen. Für die Mehrzahl dieſer Fälle wird gewiß die Annahme zuläſſig ſein, daß die Quarztheilchen nahe ſtehenden, durchbrochenen Geſteinen angehört haben. Aber ſelbſt wenn eine wirkliche Quarzausſcheidung in dem Baſalte in der That erwieſen wäre, ſo würde damit nach Bunſen's Verſuchen über die Modification der Kryſtalliſation einzelner Mineralien aus gemiſchten Löſungen, und nach dem Quarzvorkommen in echten trachytiſchen Laven, wie es neuerdings vom Laacherſee bekannt geworden,

Digitized by Google

nichts gegen die vulkanische Natur des Basaltes bewiesen werden. Zudem aber steht auch einer secundären, d. h. späteren Bildung des Quarzes in Blasenräumen des Basaltes gar nichts im Wege. Wir finden in den Zeolithen, Apatiten, dem Kalkspath und dem Arragonit andere Producte einer auf der Zersetzung der Basaltmasse selbst basirenden secundären Bildungsthätigkeit. — Die Unterschiede der specifischen Gewichte der Basalte und Laven ließen ebenfalls Zweifel an der gleichartigen Entstehung aufkommen. Betrachtet man aber eine Reihe der specifischen Gewichte der Lava eines und desselben Vulkanes, so findet man, daß auch hier die specifischen Gewichte schwanken, daß sie mit der mehr glasigen Ausbildung abnehmen, mit der krystallinischen dagegen wachsen. So läßt sich in weiterer Reihenfolge eine ununterbrochene Scala construiren, die auf die specifischen Gewichte der Basalte führt. Ganz bedeutend stützten sich die Neptunisten zur Vertheidigung ihrer Theorie auf den Wassergehalt, der für alle Basalte in mehr oder weniger sich steigerndem Grade, nachgewiesen ist. Auch für manche Laven ist nun ein Wassergehalt, der sich in einigen Fällen fast auf 3 Procent steigert, gefunden worden. Allerdings stehen die Basalte mit einem bis zu 8, ja sogar 10 Procent wachsenden Wassergehalte über allen Laven. Die bedeutende Zunahme des Wassergehaltes in verwitternden Basalten mußte schon auf die Spur der Erklärung dieser Thatsache führen. Ohne Zweifel ist der hohe Wassergehalt in den Basalten größtentheils den Zeolithen zuzuschreiben. Die Zeolithe bildeten sich aber im Basalte erst als secundäre Mineralien aus, sie entstehen mit der Zersetzung des ursprünglichen Basaltes. Auch die Zersetzung echter Laven beginnt mit der Hydratisirung [16]) ihrer Bestandtheile, die Zeolithe entstehen durch eine höhere Hydratisirung der Feldspathe. Hierbei muß eines Einwurfes Erwähnung geschehen, der von einem der ungestümsten Verfechter

Digitized by Google

wäſſriger Theorien gegen die oben angeführte Annahme gemacht wurde. Er glaubt, ein weſentlicher Unterſchied zwiſchen Baſalten und Laven ſei darin zu erkennen, daß die Baſalte verwittern, die Laven aber nicht. Die reiche Vegetation auf Lavenfeldern der ſüditalieniſchen Vulkane, der treffliche Weinbau auf den wildeſten Schlackenhügeln in der Nähe von Clermont, müſſen für dieſen Geologen organiſche Räthſel ſein, da er ihnen die Mittel ihrer Exiſtenz abdemonſtrirt. „Da die Schlacken aber ſo friſch und urſprünglich ausſehen, können ſie nicht verwittern.“ Wenn er es verſtände, ſich über das relative Alter der verſchiedenen Geſteine klar zu werden, würde er den Schlüſſel zu der wunderbaren Friſche der Schlacken, im Verhältniſſe zu dem Anſehen verwitterten Baſaltes, ſogleich gefunden haben.

Bei der Beurtheilung aller Einwürfe, die auf der chemiſchen und mineralogiſchen Conſtitution der Baſalte baſirten, darf eines jedoch nicht vergeſſen werden. Ganz ſo wie ſich die Baſalte jetzt dem Hammer des reiſenden Geognoſten bieten, ſind ſie gewiß nicht emporgedrungen. Wie ſich uns in anderen Geſteinen die deutlichen Spuren unabläſſig thätiger Zerſetzungsprozeſſe bieten, ſo ohne Zweifel auch bei den Baſalten. Wir können ohne Zögern die oft ganz veränderte mineralogiſche Beſchaffenheit und chemiſche Zuſammenſetzung der Geſteine auf dieſe ſich der directen Beobachtung faſt entziehende Thätigkeit zurückführen. Die kleinſten Urſachen in außerordentlich großen Zeiträumen wirkend, laſſen ſich mit vollem Rechte an die Stelle großer Energie einzelner Schöpfungsprozeſſe ſetzen. Gerade die metamorphiſchen[17]) Erſcheinungen, wie wir ſie für einzelne Mineralien und für die daraus gebauten Geſteine kennen lernen, bedingen auch für unſeren Fall eine Reihe von Uebergängen, die von der Form und den Eigenthümlichkeiten charakteriſtiſcher Laven auf den Habitus der Baſalte hinführen, wie ſie ſich unſern Forſchungen bieten.

Digitized by Google

Zunächst sind es die vervollkommneten chemischen Kenntnisse, welche uns über die Art solcher Umwandlungen aufklären und uns die Beweise für dieselben geben. Wie wir bereits gesehen haben, ist die Bildung der Zeolithe, eines charakteristischen Minerals für die meisten Basalte auf eine solche im Innern des Gesteins sich vollziehende Metamorphose, einen Austausch chemischer Bestandtheile zurückzuführen. Auch für andere Mineralien im Basalte kann eine solche secundäre Entstehung gezeigt werden. Verwitternde Basalte zeigen häufig weiße Flecken auf der Oberfläche, die sich als kohlensaurer Kalk bestimmen lassen. Die kohlensauren Gewässer der Athmosphäre oder naher Quellen laugen den Basalt, der im Labrador einen kalkreichen Feldspath, im Augit ein ebenfalls kalkreiches Mineral besitzt, aus und es bilden sich Kalkspathe oder Arragonit. Auch die Bildung des Apatit läßt eine auf Umwandlung des Kalkgehaltes und Zuführung der Phosphorsäure aus nahe befindlichen verwesenden thierischen Substanzen beruhende Erklärung zu, wenngleich ebenso gewiß in den meisten Fällen die Bildung dieses Minerales mit den andern Gemengtheilen des Basaltes eine ursprüngliche und gleichzeitige gewesen ist. So gibt uns zunächst das Studium des chemischen Verhaltens der Mineralien, die Kenntniß der Mittel und Wege ihrer Zersetzung, die verschiedenen Möglichkeiten ihrer Bildung einen festen Anhalt zur Beurtheilung eines Gesteines. Wo die Möglichkeit durch die Beobachtung als in der That wirklich geworden erkannt wird, können wir ohne Zögern uns darauf stützen, um uns die Veränderungen eines Gesteines zu erklären. Bei den Uebergängen und den Verschiedenheiten, wie sie uns bei basaltischen Laven und Basalten erscheinen, läßt sich die Wirklichkeit solcher Umwandlungen erweisen. Wir können daher die Schranke zwischen beiden ohne Weiteres fallen lassen: basaltische Laven und Basalte unterscheiden sich durchaus nicht anders, als

Digitized by Google

ſich auch Baſalte untereinander verſchieden zeigen, die Abweichungen beruhen nur auf unweſentlichen zufälligen mineraliſchen Gemengtheilen, in den zu ihrer Conſtitution weſentlichen Mineralien ſind beide, die Lava und der Baſalt, vollkommen übereinſtimmend.

Eines Hülfsmittels der neueren Zeit ſoll hier noch Erwähnung geſchehen, welches gerade in die eben beſprochene Art von Erſcheinungen ganz neues Licht gebracht und welches auch in anderer Beziehung dazu gedient hat, treffliche Beweiſe für die vulkaniſche Entſtehung des Baſaltes zur Anſchauung zu bringen. Mit Erfolg bedienen ſich auch die Geologen jetzt des Mikroſkopes zur Unterſuchung der Geſteine. Wenngleich dieſe Forſchungsmethode ſchon ganz im Anfange unſeres Jahrhunderts empfohlen und von Cordier zur Erklärung der mineraliſchen Conſtitution vieler Geſteine nicht ohne Reſultate angewandt wurde, iſt dennoch eine weitergehende Benutzung des Mikroſkops erſt in neueſter Zeit erfolgt, als man es lernte, durch Herſtellung geeigneter Präparate dieſes möglich zu machen. Die Geſteine mußten in ganz dünnen Splittern oder in bis zur Durchſichtigkeit geſchliffenen Plättchen als Objecte verwandt werden. Allerdings ſind die Grenzen der Forſchungsmethode, die ihr die techniſchen Schwierigkeiten in der Behandlung der Geſteine und der Handhabung des Inſtrumentes ſelbſt vorſchreiben, noch enge: dennoch haben ſich ſchon treffliche Reſultate ergeben. Es zeigte ſich das Mikroſkop vor allem als ein treffliches Mittel, das dunkle Feld der kryptokryſtalliniſchen[18]) Gemengtheile vieler Felsarten zu erhellen, in der Conſtitution der Geſteine, die dem Auge und der Lupe vollſtändig unfaßbar erſcheint, die richtigen Beſtandtheile zu erkennen, manchen bis jetzt unbekannten Gemengtheil einzuführen, und Hand in Hand mit chemiſcher Analyſe, die vermuthete Anweſenheit von Mineralien zur Evidenz zu bringen. Aber

Digitized by Google

auch über die Structurverhältnisse der Gesteine, das In- und Umgelagertsein der Mineralien, endlich auch über ihre secundären Veränderungen: also mit einem Worte über Bildungs- und Umbildungsweise von Mineralien und Felsarten klärt uns das Mikroskop auf. Gerade die Anfänge der Zersetzung, die ersten Spuren beginnender Umwandlung entziehen sich meist der directen Beobachtung. Mit dem Mikroskope aber können wir den versteckteften Vorgängen dieser Art näher treten. Aber noch zu einer andern wichtigen Entdeckung führte die Benutzung des Mikroskopes. Die Beobachtung war häufig gemacht worden, daß in Gesteinen, deren feurig-flüssige Entstehung man annahm oder wie bei den Laven vor Augen hatte, bleibende Spuren einer Bewegung in dem erstarrten Gesteine zurückblieben. An vielen Basalten hatte man eine parallele Lagerung der ausgeschiedenen Krystalle wahrgenommen, hatte man die Blasen in der Stromrichtung gedehnt und verzogen gesehen. Die fast vorwaltende krypto-krystallinische Struktur der meisten Laven und Basalte aber mußte dem bloßen Auge diese unverkennbaren, im Gestein bleibend erstarrten Zeugen einer früheren fließenden Bewegung entziehen. Das Mikroskop hat sie dennoch nachgewiesen. Bei den Untersuchungen dieser Art konnte man natürlich von der Voraussetzung ausgehen, daß derartige Bewegungserscheinungen sich an echten Laven besonders deutlich zeigen müßten. In der That war es so. Die basaltischen Laven, die zur Untersuchung gezogen worden, zeigten alle durchaus krystallinische Ausbildung, selbst die schwammähnlich aufgeblähten und fadenartig ausgezogenen Schlacken zeigten noch krystallinische Structur. Sehr kleine langprismatisch ausgebildete weiße Krystalle von Labrador, lauchgrüne kurzsäulenförmige Krystalle und Körner von Augit, zahlreiche, sehr oft deutlich oktaëdrische Formen zeigende Körner von Magneteisen liegen in einer fast wei-

Digitized by Google

ßen, glasigen Grundmasse ausgeschieden. Alle die kleinen Prismen sind ganz genau in einer Richtung gelagert, und wo ihnen keine größeren Krystalle hinderlich in den Weg getreten, mit wirklich erstaunlicher Regelmäßigkeit. Wo aber größere Krystalle von Feldspath, Augit oder auch ein widerstrebendes Magneteisenkorn ihnen entgegensteht, umgeben sie dieselben stromartig, drängen sich vor einem solchen Krystalle zusammen, stauen auf, weichen sichtbar aus und nehmen dann nachher wieder die frühere gemeinsame Richtung an. Auseinandergerissene Bruchstücke derselben Krystalle genau in der Stromrichtung auseinander geschoben, waren in deutlicher Zusammengehörigkeit zu erkennen. Besonders aber verdient betont zu werden, daß diese Erscheinungen, die auf eine Bewegung der Masse während oder nach Ausscheidung der Krystalle schließen lassen, auch dann ganz genau dieselbe Richtung der Bewegung ergaben, wenn zahlreiche in die Länge gezogene oder von einer Seite eingedrückte Blasenräume in der Lava eine solche erkennen ließen. Eine Erscheinung ergänzt natürlich die andere; denn wir haben ja hier auch eine offenbar geflossene Lava vor uns. Wenn wir nun aber ganz dieselben Erscheinungen an ächten Basalten finden, deren sonstige Ausbildung uns dergleichen nicht im geringsten ahnen ließ, so berechtigen sie uns dann doch wohl zu dem Schlusse, daß auch diese Basalte ganz wie Laven geflossen sein müssen, da sich solche unverkennbare Spuren einer Bewegung in ihnen erhalten haben. —

Auf der einen Wagschaale liegen die Beweise für die vulkanische Natur der Basalte, auf der anderu die für ihre neptunische Entstehung. Leicht schnellt die letztere durch das Uebergewicht der anderen empor. Das Resultat der Wägung ist ein ganz bestimmtes: Die vollste Ueberzeugung von der feurig-flüssigen Entstehung der Basalte.

Wie aber die Basalte nur der am weitesten vorgeschobene

Digitized by Google

Posten in der Streitfrage über die Genesis aller unter dem Namen „eruptiv" zusammenzufassenden Gesteine genannt worden ist, so geht mit dem Verluste dieser Position noch eine Reihe weiterer für die Neptunisten verloren. Ein ganz großer Theil der Beweisführung ist ein gemeinschaftlicher für alle Gesteine der Trachytfamilie. Wenn man aber zugleich bedenkt, daß die Schwierigkeiten des Verständnisses aller der Einzelnheiten, unter denen das Hervordringen von Gesteinen erfolgte, immer größer werden, je mehr man sich in die unerreichbaren Fernen der ursprünglichen Bildungsperioden der Erde verliert, so wird uns auch die modificirte Anwendung unserer Theorie auf die Diorite, Phonolithe, Melaphyre, endlich die Porphyre und Granite nicht mehr unstatthaft erscheinen.

Wie das Studium der neuesten vulkanischen Erscheinungen eine treffliche Vorschule für das Verständniß der Basaltbildung genannt werden kann, so bildet wiederum die Ueberzeugung von der vulkanischen Natur der Basalte die einzige Basis für die Erkenntniß der eruptiven Bildung der andern unter der gemeinsamen Bezeichnung eruptiv zusammengefaßten Felsarten.

Alle vereinzelten Versuche aber, immer auf's Neue wieder an der feststehenden Theorie zu rütteln, haben die glückliche Folge, daß sich das Beweismaterial auch für die kleinsten Einzelheiten der Erscheinungen häuft, daß uns nach und nach die ganze wechselvolle Eruptionsthätigkeit, die den Basalt hervorgedrängt, die Beschaffenheit des geflossenen Magma's, die mannigfachen, wenn auch nur nebensächlichen Schwierigkeiten physikalischer und chemischer Natur, die noch zu heben sind, erklärt werden.

Für alle aber, die an die Lösung des Problems der Basaltgenese nur mit der auf chemisch-physikalischen Grundsätzen sich stützenden Denkkraft ohne die erste, einzige Grundlage geognosti-

Digitized by Google

ſcher Anſchauung herangehen, paßt heute noch allen ihren Einwürfen gegenüber die ſtete unwandelbare Antwort Desmareſt's: „Geht und ſeht!"

Anmerkungen.

[1]) Geologie iſt die Wiſſenſchaft von der unorganiſchen Natur unſeres Planeten im allgemeinen Sinne, d. h. die Lehre von der Entſtehung und Entwickelung der Erde, vorzüglich der Erdveſte und von ihrer jetzigen Geſtaltung und Beſchaffenheit. Hierin liegt die Theilung der Geologie in die beiden Hauptzweige begründet. Geognoſie iſt die Wiſſenſchaft von der heutigen Form und den Eigenſchaften der Erdveſte, die Lehre von dem Sein unſerer Erde; die Geogenie dagegen iſt die Lehre von dem Werden unſerer Erde, von ihren früheren Zuſtänden, die nach und nach in geſetzmäßiger Folge zu ihrer jetzigen Geſtaltung geführt haben. Kosmogenie, eigentlich die Lehre von dem Werden des Weltall's wird oft im ſelben Sinne wie Geogenie gebraucht. Einen weſentlichen Theil der Geognoſie bildet außer der Mineralogie d. h. der Lehre von den Mineralien, der Paläontologie d. h. der Lehre von den im verſteinerten Zuſtande ſich findenden Reſten von Organismen vergangner Schöpfungsperioden, vor allem die Petrographie, die Lehre von den Felsarten. Die Petrographie umfaßt nicht nur die Beſchreibung der Geſteine und Felsarten, ſondern auch die Geſchichte ihrer Entſtehung, dieſer Theil wird Petrogenie genannt.

[2]) Keferſtein, Beiträge zur Geſchichte des Baſaltes. 1819.

[3]) Agricola, eigentlich Georg Bauer, berühmter Arzt und Mineraloge, geb. 1494, geſt. 1555. lebte größtentheils zu Chemnitz in Sachſen und iſt Verfaſſer vieler werthvoller Schriften über Bergbau, Hüttenbetrieb und Mineralogie. Sein wichtigſtes Werk iſt ein Lehrbuch der Bergbau- und Hüttenkunſt, welches bis auf unſere Tage die Grundlage aller derartigen Lehrbücher blieb.

[4]) Keferſtein, wie oben.

[5]) Histoire de l'Académie 1771—73.

[6]) Abraham Gottlieb Werner, geb. 1750, geſt. 1817, die größte Zeit ſeines Lebens Profeſſor an der neugegründeten Berg-Akademie zu Freiberg, Begründer der ſyſtematiſchen Geognoſie und Mineralogie. Unter ſeinen Schülern finden wir die größten Geologen, v. Buch, Alex. v. Humboldt, den Franzoſen d'Aubuiſſou, de Voiſin u. v. Andere. Dem außerordentlichen Rufe, den er als Lehrer genoß, verdankt die Akademie zu Freiberg bis auf den heutigen Tag ihre Berühmtheit.

Digitized by Google

[7]) Unweit Freiberg in Sachsen.

[8]) Für die auf feurigem Wege entstandenen Gesteine ist die allgemeinste Bezeichnung: eruptiv d. h. sie sind emporgedrungen. Die Bezeichnung vulkanisch (oder auch plutonisch im Gegensatz zu neptunisch) wird bei den Gesteinen vorzugsweise angewandt, die in ihrer Entstehung neuern Laven sich nähern. Im Verlaufe dieses Vortrages werden die verschiedenen Benennungen meist ohne besondere Berücksichtigung dieser Unterscheidung gebraucht. An dieser Stelle steht plutonisch besonders deshalb, weil es die eigene Benennung jener Schule war.

[9]) Transact of the geol. Soc. Vol. I. P. 2. 421.

[10]) Der mehrfach in diesem Vortrage angeführte Theil von Centralfrankreich, die Auvergne, umfaßt die jetzigen Departements Puy de Dome (Hauptstadt Clermont) und Cantal. Die Auvergne besteht aus drei verschiedenen Gebirgszügen. Die Kette der Puy's in der Nähe von Clermont und an diese sich anschließend der Mont Dore. Auf dieser Kette liegen über 70 erloschene Kratere. Der Mont Dore vorzüglich aus Trachytbergen bestehend, erreicht im Puy de Sancy die Höhe von 6000', der höchste Punkt des Innern Frankreichs. An den Mont Dore schließt sich südlich der Cantal, ein besonders durch großartige Basaltplateaus ausgezeichnetes Gebirge. Weiter südöstlich nach der Loire und Rhone zu bilden die Departements Haute Loire und Ardèche, sonst Velay und Vivarais genannt, wieder einen ausgezeichneten Distrikt erloschener vulkanischer Thätigkeit. Man kann hier über 100 Vulkane zählen. Der höchste Gipfel in dem Gebirge des Departements Haute Loire ist der Mont Mezin, an seinem südlichen Fuße bis zur Rhone hin liegt das Dept. Ardèche mit gleichfalls herrlichen erloschenen Vulkanen.

[11]) Der Contact zweier Gesteine heißt die ganze Fläche ihrer sich berührenden Begrenzung. Contactwirkung also die an der Berührungsfläche mit einem andern Gesteine und von dort noch mehr oder weniger weit in die Gesteinsmasse hinein sichtbaren Veränderungen, die eben durch die Berührung der Gesteine hervorgerufen sind.

[12]) Bitumen sind flüchtige, ölartige oder harzige Kohlenwasserstoffverbindungen z. B. Asphalt, Naphta, Erdöl u. A. Sie sind stets auch in Braunkohlen enthalten und verflüchtigen sich zuerst bei der Erhitzung.

[13]) Nöggerath, Rheinland und Westphalen II. 226.

[14]) Trümmergestein nennt man ein Gestein, welches vorherrschend aus Bruchstücken einer anderen zerstörten Felsart besteht, die durch irgend ein Bindemittel wieder verkittet sind. Breccie heißt ein solches Trümmergestein, wenn die einzelnen Bruchstücke vorzüglich scharfkantige, eckige Formen zeigen.

[15]) Gemengtheile eines Gesteines heißen die einzelnen Mineralien, die es zusammensetzen. Wesentliche Gemengtheile sind solche, die in ihrem Zusammentreten stets ganz bestimmte Gesteine liefern, so daß also kein Gemengtheil fehlen dürfte, ohne den Charakter des Gesteines zu verändern.

Digitized by Google

Wenn dem Basalt einer seiner drei wesentlichen Gemengtheile Augit, Labrador oder Magneteisen fehlt, so ist es eben kein Basalt mehr. Die unwesentlichen, accessorischen Gemengtheile können fehlen oder hinzutreten, ohne eine Gesteinsart zu ändern. Einzelne derselben sind aber für gewisse Gesteine besonders charakteristisch, so z. B. der Olivin für den Basalt. Aber auch ohne Olivin bleibt der Basalt immer noch Basalt.

[16]) Gewisse Mineralien unterscheiden sich, bei sonst ganz gleicher chemischer Zusammensetzung von andern nur durch einen höhern Wassergehalt. Die Zeolithe sind nur durch den hohen Wassergehalt von Feldspathen unterschieden. Durch Hydratisirung d. h. durch Aufnahme von Wasser kann also ein Feldspath sich in Zeolith umwandeln. Gerade die Aufnahme von Wasser ist der erste Anfang der Verwitterung und Zersetzung von Gesteinen.

[17]) Metamorphisch heißt ein Gestein, welches nicht mehr in seiner ursprünglichen Form erscheint, worin entweder einzelne oder alle Bestandtheile sich verändert haben, welches eine andere chemische Zusammensetzung angenommen und in Folge dessen auch in der Form und den Structurverhältnissen umgewandelt erscheint.

[18]) Krystallinisch heißt ein Gestein, wenn es wesentlich aus Mineralkrystallen besteht. Je nach der Größe der Krystalle unterscheidet man groß und klein krystallinische Ausbildung. Krypto-krystallinisch = verborgen krystallinisch ist ein Gestein, bei dem das bloße Auge die einzelnen Gemengtheile nicht mehr zu erkennen und zu unterscheiden vermag.

Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlin, Friedrichsstraße 24.

Digitized by Google

Digitized by Google